



Työterveyslaitos

Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa ylialtistumistilanteissa

Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa yllälytistumistilanteissa

Tommi Alanko
Harri Lindholm
Soile Jungewelter
Maria Tiikkaja
Maila Hietanen

Työterveyslaitos

Helsinki 2013

Työterveyslaitos

Topeliuksenkatu 41 a A

00250 Helsinki

www.ttl.fi

Tietoa työstä -julkaisusarjassa julkaistaan tutkimusraportteja, koosteita ja selvityksiä Työterveyslaitoksen kaikilta tutkimusaloilta.

Kansi: Mainostoimisto Albert Hall Finland Oy Ltd

© 2013 Työterveyslaitos ja kirjoittajat

Julkaisu on toteutettu Työsuojelurahaston rahoittamassa yritysten kehittämishankkeessa, jossa olivat mukana TeliaSonera Finland Oy, Relacom Finland Oy, Elisa Oy, Digita Oy, DNA Oy ja Eltel Networks Oy.

Tämän teoksen osittainenkin kopiointi on tekijänoikeuslain (404/61, siihen myöhemmin tehtyine muutoksineen) mukaisesti kielletty ilman asianmukaista lupaa.

ISBN 978-952-261-349-3 (PDF)

ALKUSANAT

Suomessa ei ole ollut yleisiä ohjeita siitä, kuinka työpaikoilla tulee toimia epäiltäessä altistumista raja-arvot ylittävälle radiotaajuisille (RF, Radio Frequency) kentille. Ei ole myöskään yleisesti hyväksyttyjä kansainvälisiä ohjeita siihen, kuinka RF-altistuksen jälkeinen lääkärintarkastus tulisi suorittaa.

Hankkeen tavoitteena oli kehittää epäiltyihin ylialtistumistilanteisiin toimintamalli, jota käyttämällä hankkeeseen osallistuvissa yrityksissä voidaan reagoida tilanteisiin nopeasti ja oikein. Lisäksi pyrittiin kehittämään koko prosessia teknisistä toimenpiteistä työterveyshuoltojen ohjeisiin ja lääkärin tarkastuksiin sekä tiedottamiseen työyhteisössä. Työtilanteina voivat olla mm. masto- ja kattotyö sekä erilaiset testaustilanteet.

Selkeät ohjeet auttavat poikkeavien altistumisten systemaattiseen käsittelyyn koko riskinhallintaketjussa työpaikoilla, työterveyshuolloissa ja tarvittaessa myös erikoissairaanhoidossa. Toimintaohjeiden avulla epäillyt ylialtistumistilanteet voidaan käsitellä avoimesti ja dokumentoidusti, jolloin sekä työnantajan että työntekijän oikeusturva ja turvallisuus voidaan varmistaa ja mahdolliset terveyshaitat selvittää.

Hanke toteutettiin Työsuojelurahaston rahoittamana työyhteisöjen kehittämishankkeena, jonka suorittamisesta vastasivat Työterveyslaitoksen asiantuntijat. Hankkeella oli ohjausryhmä, johon ovat kuuluneet:

Mikko Ahvenainen	DNA Oy
Markku Degerholm	DNA Oy
Tapio Heikkinen	Relacom Finland Oy
Sami Idänheimo	Puolustusvoimat
Jukka Johansson	Relacom Finland Oy
Jyrki Kettunen	TeliaSonera Finland Oyj
Riitta-Liisa Lappeteläinen	Työsuojelurahasto
Aki Nurmi	Digita Oy
Helena Pohjola	Elisa Oyj
Lauri Puranen	Säteilyturvakeskus
Jouko Rautio	TeliaSonera Finland Oyj
Seppo Rytilä	Eltel Networks Oy
Ilkka Tahvanainen	Työsuojelurahasto
Jukka Tamminen	TSP-Safetymedia Oy/Elisa

SISÄLLYS

1. Mitä RF-yllälistumisella tarkoitetaan	2
2. Perustietoa RF-säteilystä	2
3. Perustietoa RF-kenttien terveysvaikutuksista	4
4. Toimintaohjeet yllälistustilanteissa	6
4.1 Välittömät toimenpiteet	6
4.2 Tekniset toimenpiteet	7
5. Lääketieteelliset toimenpiteet	8
6. Tietoisuus ja tapaturmien ehkäisy	12
Lisätietoja	14
Liite 1. Esiselvityslomake	15
Liite 2. Tekninen selvityslomake	17
Liite 3. Lääkärintarkastuslomake	19
Liite 4. RF-kenttien enimmäisarvot työntekijöille	21

1. MITÄ RF-YLIALTISTUMISELLA TARKOITETAAN

RF-ylialtistumisella tarkoitetaan poikkeuksellista tilannetta, jossa työntekijä on altistunut tai hänen epäillään altistuneen voimassaolevat ammatilliset altistumisrajat ylittävälle radiotaajuiselle säteilylle (RF-säteilylle). Vaikka RF-ylialtistuminen ei välttämättä aiheuta terveyshaittoja työntekijälle, tilanteen perusteellinen selvittäminen on tärkeää vastaavien tapahtumien estämiseksi. Tässä ohjeessa esitetään toimintamalli tapaturmaisen RF-ylialtistumistilanteen tapahtuessa. Toimintamalli sisältää perustietoa RF-säteilystä ja sen terveysvaikutuksista, riskin ja vaaran käsitteistä sekä toimintaohjeet ylialtistumistilanteisiin sekä yrityksen että työterveyshuollon/terveydenhoidon vastuuhenkilöstölle.

2. PERUSTIETOA RF-SÄTEILYSTÄ

Radiotaajuinen säteily sisältää 100 kHz – 300 GHz taajuusalueella esiintyvät sähkömagneettiset kentät. Erityisesti osa-alueen 300 MHz-30 GHz säteilyä nimitetään mikroaalloiksi. Radiotaajuisia sähkömagneettisia kenttiä ja mikroaaltosäteilyä käytetään esimerkiksi

- radio- ja televisiolähettimissä
- matkapuhelimissa ja niiden tukiasemissa
- tutkissa
- teollisuuden kuivaus-, kuumennus- ja sulatusprosesseissa
- mikroaaltouuneissa
- lääketieteellisissä laitteissa.

Sähkömagneettisia kenttiä koskevassa EU-direktiivissä (2013/35/EU) annetaan ammatillisen altistumisen enimmäisarvot radiotaajuisille kentille. Direktiivi tullaan ottamaan Suomen lainsäädäntöön Valtioneuvoston asetuksena Työturvallisuuslain nojalla. Liitteessä 4 on esitetty tarkemmin työntekijöitä koskevat ohjearvot.

Mastotyöympäristössä radio- ja TV-asemien lähetinantennit ovat voimakkaimpia RF-säteilyn lähteitä. LF-, MF- ja HF- antennien suurimmat lähetystehot ovat noin 500 kW ja VHF- ja UHF- antennien 10–50 kW. Digi-TV sijoittuu taajuudeltaan VHF- ja UHF-kaistalle ja sen säteilyteho kanavanippua kohti on luokkaa 50 kW (UHF) ja <5 kW (VHF). Huolto- ja asennustöiden aikana mastotyöntekijät voivat altistua voimakkaille RF-kentille. UHF-antennien (TV-lähetykset) sisällä altistumistasot ylittävät tyypillisesti 100 W/m² eikä työs-kentely mastossa ole sallittu lähetystehon ollessa päällä. Radioantennien sisällä tehotiheydet ovat tyypillisesti 10–100 W/m². Voimakkaimmat radio- ja TV-lähettimet sijoitetaan

lähelle suurten antennimastojen huippua yli 200 metrin korkeuteen, jolloin altistuminen maan tasolla on hyvin vähäistä.

Suuritehoisia radio- ja TV-lähetinantenneja sisältävissä mastoissa lähettimien tehoja vähennetään osittain tai kokonaan mastossa työskenneltäessä. Pienissä tai keskikokoisissa mastoissa, joissa on lähinnä matkapuhelinverkkojen antenniä sekä pienitehoisia TV- ja radiolähettä, lähetystehoja ei yleensä alenneta huoltotöiden ajaksi. Telemastojen ja niihin sijoitettujen lähetinantennien asennuksista ja huolloista vastaavat työntekijät saattavat siten työskennellä hyvin lähellä aktiivisia lähetinantenneja. Erityisesti on syytä huomioida uudet digi-TV-lähettimet, joita on sijoitettu myös pienempiin matkapuhelinverkon mastoihin.

Kiinteistöissä olevat matkapuhelinverkon lähetinantennit kiinnitetään joko seinärakenteisiin tai talon katolle sijoitettavaan pylvääseen. Molemmissa tapauksissa sijoituspaikan tarkoituksena on saada antennille mahdollisimman hyvä peittoalue. Lähetysantennista näkyy ulospäin ainoastaan antennin suojakupu, radomi, josta lähetysteho suuntautuu eteenpäin. Antennin taakse, sivuille, ala- tai yläpuolelle ei suunnata lähetyksiä. Tietyissä tehtävissä työntekijä voi kuitenkin joutua olemaan tukiasema-antennien edessä. Tällaisiin tilanteisiin voivat joutua esimerkiksi palomiehet, ikkunanpesijät ja rakennustyöntekijät. Kiinteistöihin sijoitettujen antennien lähetystehot ovat yleensä niin pieniä, että lyhyet keskeytykset antennin edessä ei vielä johda ohjearvojen ylittymiseen. Pitempikestoisessa työssä on kuitenkin hyvä pysytellä vähintään yhden metrin turvaetäisyydellä antennista sen lähetyssuunnassa.

Henkilökohtaiset sähkömagneettisten kenttien mittarit

Mastotyön työturvallisuusohjeen (2013) mukaan mastotyöryhmällä on käytettävissä RF-kenttien tunnistamiseen soveltuva mittalaite. Useimmiten nämä laitteet ovat henkilökohtaisia ilmaisimia, joita pidetään esimerkiksi rintataskussa. Tällaiset mittalaitteet ovat erinomaisia antamaan tietoa työkohteen RF-kentistä, mutta niitä on osattava käyttää oikein. Pelkkä käynnistäminen ja taskuun laittaminen ei riitä, vaan se voi johtaa jopa virheelliseen turvallisuuden tunteeseen ja vaaratilanteisiin. Työntekijöitä on opastettava laitteiden käyttöön ja kerrottava käytön rajoituksista.

Yleensä henkilökohtaiset RF-kenttien mittarit kiinnitetään työntekijän varusteisiin, mikä voi joissain tilanteissa heikentää mittaustarkkuutta. Mittarit eivät pysty mittaamaan kentänvoimakkuuksia luotettavasti kehon läpi, joten työntekijän asennolla antenniin nähden on suuri merkitys. Mastotöissä työntekijöiden etäisyys metallirakenteista vaihtelee, ja usein on kyseessä ns. lähikenttä-altistuminen, jolloin RF-kentät muuttuvat nopeasti eri etäisyyksillä. Henkilökohtaiset mittarit on suunniteltu tällaisiin tilanteisiin, mutta aina on

huomioitava mittaustilanteisiin liittyvät epävarmuudet. Koska mittari on työntekijän rinnan alueella, mittaustulos kuvaa käytännössä keskikehon altistumista. Siten pään altistuminen ei välttämättä näy rintataskussa olevassa mittarissa. Työskentelytilanteessa mittari tulee asettaa hetkeksi pään kohdalle, jolloin työntekijä voi varmistua pään kohdalla olevien lähettimien olevan pois päältä. Käytännössä mittareista saa tiedon siitä, onko lähetin päällä tai pois päältä, sillä se hälyttää lähes kaikkien mastossa olevien antennien lähetyskeilassa.

Henkilökohtaisia mittareita voidaan käyttää mastotöiden lisäksi myös muissa työkohteissa, esim. kiinteistöjen katoilla. Näissä paikoissa mittarit eivät kuitenkaan ole yhtä välttämättömiä kuin mastoissa, sillä yleensä lähetystehot ovat pienempiä eikä työntekijän tarvitse oleskella pitkiä aikoja antennien välittömässä läheisyydessä (< 1 m).

3. PERUSTIETOA RF-KENTTIEN TERVEYSVAIKUTUKSISTA

Kaikki säteily on joko sähkömagneettista aaltoliikettä tai hiukkassäteilyä. Säteily jaetaan sen energian mukaan ionisoivaan ja ionisoimattomaan säteilyyn. Nimensä mukaan suurenerginen ionisoiva säteily pystyy ionisoimaan, eli irrottamaan, elektroneja aineesta johon se osuu. Tämä voi aiheuttaa kemiallisten sidosten katkoksia molekyyleissä (esim. DNA-vaurioita). Ionisoivaa säteilyä on mm. röntgensäteily ja radioaktiivisten aineiden tuottama säteily. Ionisoimattomaan säteilyyn siirrytään, kun säteilyn energia ei enää riitä aiheuttamaan ionisaatiota väliaineessa. Ionisoivan ja ionisoimattoman säteilyn raja on röntgensäteilyn ja UV-säteilyn välissä. Ionisoimatonta säteilyä ovat UV-säteily, näkyvä valo, infrapuna- eli lämpösäteily, radiotaajuinen (RF-) säteily sekä pientaajuiset ja staattiset sähkö- ja magneettikentät.

Voimakas radiotaajuinen kenttä aiheuttaa kudoksissa lämpötilan nousua, joka voi liiallisena olla haitallista. RF-kenttien osalta ainoa tieteellisesti osoitettu vaikutusmekanismi onkin lämpövaikutus, joten terveysvaikutuksia arvioitaessa tulisi arvioida, millaisella lämmönousulla on haittaa eri kudoksille ja koko elimistölle. RF-altistumisen haitallisia lämpövaikutuksia arvioitaessa käytetään SAR-arvoja (ominaisabsorptionopeus), joka ilmaisee radiotaajuisen kentän energian absorboitumisnopeuden kudoksen massayksikköä kohden (W/kg). Koko kehon SAR-arvon ylittäessä pitkäaikaisesti (>30 min) 4 W/kg lämpökuormitus on ihmiselle haitallista. Työntekijöitä koskeviin terveysvaikutusraja-arvoihin on asetettu kymmenkertainen turvakerroin, jolloin työntekijän koko kehon altistumisraja on 0,4 W/kg kuuden minuutin aikajaksolla. Liiallista paikallisen lämpötilan nousua esimerkiksi yksittäisissä elimissä on työntekijöillä rajoitettu asettamalla paikallinen SAR-arvo 10 W/kg. Tällä rajoituksella pyritään siihen, että paikallinen lämpötilan nousu ei olisi 1 °C enempää.

Koska kehon sisäisten SAR-arvojen määrittäminen on työtilanteissa vaikeaa, on näistä arvoista johdettu mitattavissa olevia toimenpidetasoja. Nämä toimenpidetasot annetaan sähkö- ja magneettikenttien sekä tehotiheyden raja-arvoina, jotka liittyvät altistumisesta aiheutuviin sisäisiin lämpötilavaikutuksiin. Kentänvoimakkuuksien ollessa alle annettujen toimenpidetasojen ylialtistumista ei tapahdu. Suuremmilla kentänvoimakkuuksilla voi olla terveydellisiä vaikutuksia.

Altistuttaessa voimakkaalle koko kehoon kohdistuvalle RF-kentälle terveydellinen riski liittyy kehon lämpötilan nousuun. Jatkuvassa altistumisessa ja erityisesti, jos tilanteessa on muita kehon lämpötilaa kohottavia tekijöitä (voimakas fyysinen rasitus, kuuma ja kostea ilma), kehon lämmönsäätelyjärjestelmä ei välttämättä pysty poistamaan ylimääräistä lämpöenergiaa. Tämä voi johtaa suorituskyvyn heikkenemiseen, yleiseen uupumiseen ja lämmönsäätelyjärjestelmän ongelmiin. RF-kenttien aiheuttamiin haittoihin vaikuttavat merkittävästi myös henkilön fyysinen kunto, nestevajaus ja pukeutuminen.

Paikallinen altistuminen erittäin voimakkailla RF-kentille voi aiheuttaa paikallisia kuumia pisteitä, jotka johtavat lämpövaurioihin ja jopa sisäelinten palovammoihin. Lämpövauriot alkavat, kun kudoksen lämpötila on puoli tuntia yhtäjaksoisesti yli 41 °C. Kudokset kestävät lyhytaikaisesti huomattavasti suurempiakin lämmönnousuja. Keskushermoston vauriot alkavat lämpötilan ylittäessä 42–44 °C. Iho on herkkä lämpötilanmuutoksille ja jopa vain 0,08 °C lämpötilannousu voidaan havaita lämpöaistimuksena. Kudostuhosta varoitettava kipuaistimus vaatii kuitenkin jo satakertaisen lämpötilannousun 8 °C. Keskushermoston ohella kivekset ja silmän mykiö eli linssi ovat hieman muita kudoksia herkempiä vaurioitumaan lämpövaikutuksista. Silmässä yli 41 °C lämpötila voi johtaa harmaakaihin kehittymiseen. Harmaakaihissa silmän mykiö samentuu ja valon läpäisy heikkenee. Harmaakaihi syntyy myös normaalin ikääntymisen johdosta, ja Suomessa yli 65-vuotiaista arviolta kolmanneksella on näkökykyä alentavia kaihimuutoksia. Kivesten normaali lämpötila on useita asteita kehon lämpötilaa alempi, ja niiden toistuva lämmittäminen 3–5 °C laskee sperman tuotantoa. Lämpötilan nousua vastaava SAR-taso on noin 50 W/kg.

Edellä käsiteltyjen välittömästi altistumisen yhteydessä syntyvien terveysvaikutusten lisäksi usein keskustellaan myös RF-kenttien pitkäaikaisvaikutuksista. Työtekijöiden ja väestön liialliselta altistumiselta suojaavissa altistumisrajoissa huomioidaan vain välittömät vaikutukset, koska mahdollisista pitkäaikaisvaikutuksista ei tällä hetkellä ole luotettavaa tieteellistä näyttöä. Uusia tutkimustuloksia ja uusinta tieteellistä tietoa aiheesta seurataan ja tarvittaessa suositusten raja-arvoja päivitetään. Vuonna 2011 kansainvälinen syöpätutkimuslaitos (IARC) luokitteli radiotaajuiset sähkömagneettiset kentät syöpävaarallisuusluokkaan 2B eli mahdollisesti ihmisille syöpää aiheuttaviksi. IARC:n luokitus merkitsee sitä, että pitkäaikaiseen RF-kenttäaltistukseen liittyvää riskiä ei ole voitu sulkea pois ja asian tutkiminen on edelleen tärkeää.

4. TOIMINTAOHJEET YLIALTISTUSTILANTEISSA

4.1 Välittömät toimenpiteet

Radiotaajuisille kentille ylialtistuminen on rinnastettavissa normaaliin tapaturman käsittelyprosessiin, jossa on huomioitava RF-kenttien erityispiirteet.

Epäiltäessä radiotaajuisista kentistä johtuvaa ylialtistumistilannetta ensisijainen toimenpide on poistaa työntekijä altistumisen aiheuttavan lähettimen läheisyydestä. Mahdollisessa potilassiirtoja vaativassa hätätilanteessa noudatetaan Mastotyön työturvallisuusohje 2013 -ohjeistusta.

Kentästä poistumisen jälkeen selvitetään ensiavun ja välittömän sairaanhoidon tarve. Välitöntä hoitoa tarvitaan, jos työntekijälle on tullut palovammoja, kipua tai kehon lämpötilan nousua. Käytännössä tällaisia heti havaittavia ja välitöntä hoitoa vaativia vammoja voi syntyä ainoastaan voimakkaimpien mastoissa olevien TV- ja radiolähettimien välittömässä läheisyydessä, jos niiden tehoja ei ole alennettu työtoimenpiteiden ajaksi.

Epäilystä ylialtistumisesta on ilmoitettava viipymättä työnjohdolle ja hakeuduttava työterveyslääkäriin tai päivystysaikana muun lääkärin vastaanotolle. Työnantajan edustaja ilmoittaa epäilystä ylialtistumisesta edelleen työterveyshuollolle, työsuojeluhenkilöstölle, työn tilaajalle ja maston haltijalle. Mikäli on syytä epäillä työntekijälle aiheutuneen vakavaa terveydellistä haittaa, on tehtävä ilmoitus myös työsuojeluviranomaisille.

Työnjohto ohjeistaa työntekijää jatkotoimenpiteistä (lääkärintarkastus työterveyshuollossa) ja pyytää esiselvityksen tapaturmaisesta ylialtistumistilanteesta (Liite 1). Altistunut työntekijä voi täyttää itse esiselvityksen tai työnantajan edustaja voi kysyä selvityksen tiedot puhelimitse. Tärkeintä on tehdä esiselvitys mahdollisimman pian tapahtuman jälkeen. Jos altistunut työntekijä tarvitsee epäillyn ylialtistumisen vuoksi työterveyshuollon tai ulkopuolisen lääkärin arvioinnin terveydentilastaan, hänellä tulisi olla esiselvitys mukana annettavaksi tarkastuksen tekeväälle lääkärille. Kaikki vaaratilanteet tulee ilmoittaa esimiehelle ja työpaikan työsuojeluorganisaatiolle turvallisuuden kehittämiseksi.



Kuva 1. Välittömät toimenpiteet ylialtistumistilanteessa

4.2 Tekniset toimenpiteet

Epäiltäessä tapaturmaista ylialtistumista RF-säteilylle yrityksen työsuojeluorganisaation tulee käynnistää yhteistyössä työterveyshuollon kanssa tekniset toimenpiteet, joiden tavoitteena on selvittää tapahtumaan johtaneet syyt, altistumisen suuruus, toimenpiteet tilanteen toistumisen estämiseksi ja koko prosessin dokumentointi. Tarvittavien teknisten toimenpiteiden laajuus sovitetaan epäillyn tapaturman vakavuuteen ja seurauksiin. Liitteessä 2 on esitetty lomake, jota voidaan hyödyntää tehtäessä esiselvitystä tarkempaa teknistä arviota altistumisen suuruudesta.

Tärkeintä on selvittää altistumisen kannalta merkittävät tekijät, kuten lähettimen ominaisuudet (tehot, taajuudet, jne.). Monet oleelliset tiedot, kuten syyt tapahtuneeseen ja työntekijän sijainti altistumisen aikana, voivat olla jo tiedossa heti altistumisen jälkeen tehdyn esiselvityksen perusteella. Mikäli teknisten tietojen perusteella ei voida päätellä altistumisen suuruutta, voi seuraavana askeleena olla altistumisen määrittäminen mittaamalla. Altistumismittausten suorittajalla tulee olla riittävä osaaminen RF-säteilymittauksista ja ymmärrys mittaustuloksiin vaikuttavista tekijöistä. Mittaukset voidaan tehdä esim. STUK ST Ohje 9.3 (2.9.2003 – ULA- ja TV-mastot) perusteella. Kaikki selvityksissä tuotettu tieto tulee dokumentoida ja toimittaa tarvittaessa työntekijän terveydenhoidosta vastaavien tahojen hyödynnettäväksi. Altistumisen suuruutta tulee verrata Suomessa voimassa oleviin ja työntekijöitä koskeviin altistumisrajoihin (Liite 4).

Kun tilanteeseen johtaneet syyt on selvitetty, tulee suunnitella toimenpiteet, joiden avulla tilanne ei enää voi toistua. Huomiota tulee kiinnittää myös ns. väriin hälytyksiin, sillä myös niiden estäminen on tärkeää. Väärät hälytykset johtuvat usein enemmänkin tiedon puutteesta kuin vaarallisesta työympäristöstä. Työntekijöiden koulutus, tiedottaminen erityistilanteista ja työkohteissa olevien tietojen tarkentaminen johtavat yleensä toimivaan lopputulokseen.

5. LÄÄKETIETEELLISET TOIMENPITEET

Radiotaajuiset kentät aiheuttavat lämpöenergian määrän kasvua kudoksessa. Mikäli lämmönsäätelymekanismit eivät pysty jäädyttämään paikallista kudosta, se kuumenee ja syntyy terveyshaittoja. Ylialtistumistilanteessa vauriot syntyvät niille alueille kehoa, joihin liian voimakkaat kentät ovat kohdistuneet. Tämän vuoksi on ensisijaisen tärkeä kartoittaa tapahtumahetken olosuhteet mahdollisimman huolellisesti. Tarvittaessa tilanne voidaan jälkikäteen mallintaa esimerkiksi valokuvaamalla kehonrakenteeltaan vastaavan kokoinen työntekijä mahdollisimman paljon tapahtumahetkeä jäljittelevissä työasennoissa tapahtumapaikalla. Kenttiin liittyvät tiedot voidaan esittää taustatietojen perusteella. Usein on aiheellista konsultoida sähkömagneettisten kenttien arviointeihin perehtyneitä työympäristöasiantuntijoita.

Ylialtistuminen RF-kentille on hyvin harvinaista. Kumuloituvia vaikutuksia toistuvien turvallisuusrajoja pienemmille kentille altistumisten seurauksena ei ole todettu. Ylialtistuminen voi kuitenkin aiheuttaa vakavia ja pitkäaikaisia terveyshaittoja, joten työterveyshuolloissa on tärkeä olla toimenpideohjeet tällaisten tilanteiden varalta.

Oireet, löydökset ja tutkimukset

Kudoksen lämpiämiseen voi liittyä lievää pinnallista lämmöntunnetta. Iho tulee kuitenkin tarkastaa altistuneilla alueilla palovammatyypin muutosten havaitsemiseksi. Ne ilmenevät välittömästi altistumisen yhteydessä. Palovammavaurio hoidetaan yleisten periaatteiden mukaisesti.

Silmiin kohdistuva voimakas radiotaajuinen kenttä voi aiheuttaa kovakalvon (keratiitti), värikalvon (iriitti) tai sidekalvon (konjunktiviitti) tulehduksen. Oireena ovat punoitus silmien ympärillä, silmissä kova kipu, punoitus, valonarkuus ja silmäterän supistuminen (estää ärsyttävän valon pääsyä silmänpohjiin). Kaihi on harvinainen, mutta mahdollinen myöhäisvaikutus. Sen kehittymiseen kuluu muutamia viikkoja tai joitakin kuukausia. Vuosien kuluttua ilmaantuvia myöhäisvaikutuksia ei ole kuvattu. Ensitarkastuksessa silmien tarkastus on tärkeä sekä akuuttien silmävaikutusten tunnistamiseksi että alkutilan todentamiseksi mahdollisten myöhäisvaikutusten seurantaa varten. Silmien tutkimus on syytä uusua viimeistään kolmen kuukauden kuluttua, mikäli radiotaajuinen ylialtistuminen on kohdistunut pään alueelle, vaikka alkutilanteessa ei vaurioita havaittaisikaan. Myös silmälääkärin konsultaatio on usein aiheellinen.

Paikallinen voimakas ylialtistuminen voi aiheuttaa raajojen lihaskudoksessa ns. lihas-aitio-oireyhtymän. Lihassolut vaurioituvat, kudoksesta turpoaa ja tulehtuu ja pieniin verisuoniin voi tulla tukkeumia. Seuraa hapenpuute kudoksessa ja pahimmillaan pysyviä vaurioita. Syvät muutokset voivat kehittyä ilman pinnallisten vaurioiden merkkejä. Oireita ovat kipu, tur-

votus, raajan vaaleus ja tunnottomuus. Ultraäänitutkimus ja tarvittaessa magneettikuvaus ovat selvittäviä lisätutkimuksia. Verikokeissa lihasentsyymi kreatiiniinaasin määrittäminen antaa lisätietoa kudosvauriosta. Samoin tulehdusarvot on syytä kontrolloida. Lihas-aitio-oireyhtymä vaatii välitöntä hoitoa. Se kehittyy välittömästi tai korkeintaan muutaman päivän kuluessa altistumisesta.

Radiotaajuisille kentille ylialtistumiseen liittyvien hermostovaikutuksien mahdollisuudesta on ristiriitaista tietoa. Hyvin suuriin altistumisiin voi liittyä hermokudoksen vaurio, mutta ne ovat liittyneet lähinnä sotilaskäytössä oleviin erittäin voimakastehoiseihin laitteisiin, kuten suurtehotutkiin tai asejärjestelmiin. Ääreishermostovaurion oireita ovat tuntohäiriöt, puutuminen ja tunnottomuus. Hermoratojen johtumistutkimus (ENMG) paljastaa vaurion. Keskushermoston vaurioitumisesta ei ole selvää näyttöä. Aivot on hyvin suojattu paikallisiltakin kuumavaikutuksilta. Onnettomuustilanteeseen voi liittyä henkinen stressireaktio, jonka oireet muistuttavat keskushermostovaurion oireita. Stressireaktioon voi liittyä muistivaikeutta, keskittymiskyvyn puutetta ja mielialavaihteluita sekä unettomuutta. Aivojen magneettikuvaus paljastaa kudosvauriot ja neuropsykologien testaus on aiheellinen voimakkaan päähän kohdistuneen altistumisen jälkeen. Stressireaktioon voi liittyä myös autonomisen hermoston toiminnallista häiriötä, jonka oirekuva saattaa olla laaja: päänsärkyä, hikoilua, huimausta, suolisto-oireita. Syke voi olla helposti kiihtyvä tai koko ajan korkealla, samoin verenpaineen vaihtelut voivat olla tavallisia. Mittauksissa voidaan todeta tahdosta riippumattoman hermoston sympaattisen osan yliaktiivisuutta. Varhainen kokonaisvaltainen kuntoutus estää stressioirekierteen syntymistä ja ylläpitää toimintakykyä.

Erityisryhmät

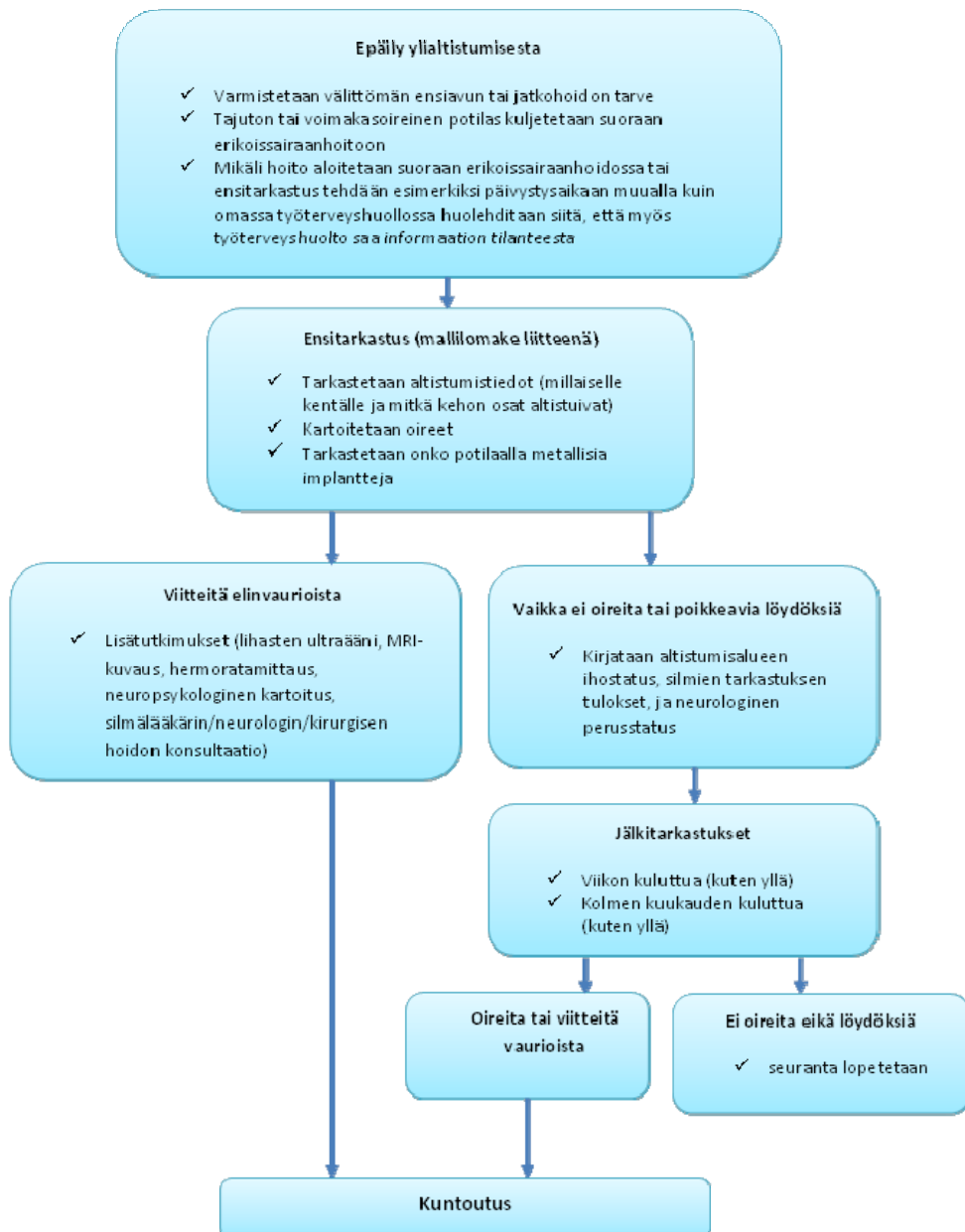
Erityisryhmässä ovat työntekijät, joille on asennettu metallinen implantti. Sydäntahdistin, muut ihonalaiset hoitolaitteet tai ortopediset implantit toimivat antennina, jotka voimistavat radiotaajuisen kentän kudosvaikutusta eli paikallisen vaurion riski kasvaa. Ylialtistuminen voi myös vaurioittaa hoitolaitetta eikä se toimi suunnitellulla tavalla. Nämä on syytä ottaa huomioon lääkärintarkastuksessa ja lisäselvityksiä pohdittaessa. Esimerkiksi tahdistinpotilaalta otetaan EKG tai työntekijältä, jolla on lääkepumppu, sen toiminta tarkistetaan. Tarvittaessa konsultoidaan alan erikoislääkäreitä.

Työpaikoilla, joissa on olemassa ylialtistumisen vaara, on syytä tehdä toimintasuunnitelma onnettomuustilanteiden varalta. Työterveyshuolloissa on oltava riittävä tietämys tarvittavista toimenpiteistä (kuva 2). Epäiltäessä ylialtistumista on syytä aina tehdä lääkärintarkastus. Sen apuna voidaan käyttää liitteenä 3 olevaa lomaketta. Lääkärintarkastuksen yhteydessä varmistetaan, että altistumiseen liittyvät selvitystoimenpiteet on käynnistetty. Ulkoisessa tarkastuksessa kiinnitetään erityisesti huomiota niiden alueiden tutkimiseen, joihin poikkeava altistuminen on osunut. Välittömien elinvaikutusten lisäksi huolellinen

ensitarkastus palvelee harvinaisten mutta mahdollisten myöhäisvaikutusten, kuten kaihin, toteamista. Mikäli todetaan merkkejä tai syntyy epäily syvemmistä vaurioista, on potilas syytä lähettää erikoissairaanhoidon lisäarvioon jo varhaisessa vaiheessa.

Huolellinen ensivaiheen toiminta, potilaan kanssa keskustelu, oireiden kartoitus ja tarkoituksenmukaisten lisätutkimusten suoritus tukee myös onnettomuustilanteeseen liittyvien stressivaikutusten laukaisua riippumatta siitä, onko syntynyt kudosaivourioita tai ei. Näiden huolellinen kirjaaminen on tärkeää, jotta voidaan havaita aiemmin terveessä elimistössä ylialtistumiseen liittyen tapahtuvat muutokset.

Koska tapaturmaiset ylialtistumistilanteet radiotaajuisille kentille ovat harvinaisia, työterveyshuolto voi jo varhaisessa vaiheessa konsultoida Työterveyslaitosta ja/tai Säteilyturvakeskusta. Työterveyslaitos tarjoaa myös erikoislääkäripalveluja kliinisen tilan arvioon. Kaikista epäilyistäkin ylialtistumistilanteista on syytä tehdä ilmoitus.



Kuva 2. Toiminta terveydenhuollossa radiotaajuisille kentille yllälistumisen yhteydessä

6. TIETOISUUS JA TAPATURMIEN EHKÄISY

Tapaturmat eivät satu, ne aiheutetaan

Riskin ja vaaran käsitteet eivät aina ole oikein ymmärrettyjä käsiteltäessä työympäristöön liittyviä työntekijöitä uhkaavia tekijöitä. Vaaralla tarkoitetaan tekijää tai olosuhdetta, joka voi mahdollisesti aiheuttaa työntekijälle terveydellistä haittaa. Riski puolestaan on todennäköisyys, että vaaratilanne toteutuu ja työntekijä loukkaantuu sen seurauksena. Riskinarviointi on prosessi, jossa arvioidaan työntekijöiden terveydelle ja turvallisuudelle ilmenevästä vaarasta aiheutuva riski. Riskin suuruutta arvioidaan vakavuuden ja todennäköisyyden suhteen ja riskien hallinnan kautta puututaan tilanteisiin, joissa riskitasoa ei voida hyväksyä turvalliseen työympäristöön kuuluvaksi. Sähkömagneettisista kentistä syntyvien riskien onnistuneen hallinnan edellytyksenä on työpaikalla oleva yleinen riskienhallinnan kulttuuri, josta kenttiin liittyvät riskit ovat vain yksi osa-alue. Yleiseen riskinarviointiin ja -hallintaan on saatavilla useita oppaita.

Sähkö- ja magneettikenttiä ei pystytä havaitsemaan ihmisen aisteilla, joten henkilökohtaisen riskin määrittäminen perustuu muuten saatuun tietoon. Ihmiset antavat eri asioille erilaisia painoarvoja, joten myös riskin tunne vaihtelee samassa tilanteessa olevilla henkilöillä. Tärkeimpiä riskin ja siten myös vaaran tunteeseen vaikuttavia tekijöitä on se, kuinka hyvin yksilö tuntee ja ymmärtää riskin aiheuttajaa. Tuntematon uhka aiheuttaa enemmän epävarmuutta, joten tietoa lisäämällä ja avoimuudella voidaan parhaiten vaikuttaa riskin tunteeseen.

Riskin tunteeseen voidaan vaikuttaa myös työympäristössä. Yksi tärkeimmistä tekijöistä on ymmärtää, mistä sähkömagneettisissa kentissä on kyse. Työntekijöiden kouluttaminen kertomalla kenttien ominaisuuksista ja terveysvaikutuksista antaa vakaan pohjan henkilökohtaisen riskikäsityksen muodostamiselle. Toisaalta myös mahdollisuus riskin henkilökohtaiseen hallintaan vähentää riskin tunnetta. Esimerkiksi mastotöissä henkilökohtaiset säteilyilmaisimet tuovat työntekijöille omaa kontrollia altistumisen seurantaan. Toinen esimerkki on työkohteista saatavilla olevat ajantasaiset toimintatiedot, joiden perusteella työntekijä voi suunnitella työnsä turvallisesti.

Epäilyissä ylialtistumistilanteissa kaikissa vaiheissa tärkein asia on avoimuus ja läpinäkyvyys työntekijää kohtaan. Altistuneelle työntekijälle tulee esittää kaikki hänen altistumiseensa liittyvät seikat. Tilanteeseen on hyvä ottaa mukaan myös ulkopuolisia asiantuntijoita (esim. Työterveyslaitos ja Säteilyturvakeskus), mikäli halutaan lisä tukea oman asiantuntemuksen lisäksi. Toisaalta tulee muistaa, että lievä ylialtistuminen ei välttämättä

johda haitallisiin terveysvaikutuksiin, sillä RF-kenttien altistumisrajoissa on merkittävät turvakertoimet.

Työyhteisölle voidaan tapahtuneesta tiedottaa normaalien käytäntöjen mukaan. Tiedottamisessa on hyvä käydä läpi tapaturmaan johtaneet tekijät sekä uudet toimintatavat, joilla toistuminen estetään ja työntekijät sitoutetaan uuteen toimintamalliin.

LISÄTIETOJA

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2013/35/EU Terveyttä ja turvallisuutta koskevista vähimmäisvaatimuksista työntekijöiden suojelemiseksi altistumiselta fysikaalisista tekijöistä (sähkömagneettiset kentät) aiheutuville riskeille. Euroopan unionin virallinen lehti, L 179/1, 2013.

<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:179:0001:0021:FI:PDF>

Hocking B, Gobba F. Medical aspects of overexposures to electromagnetic fields. J Health Saf Environ 2011; 27: 185-195.

Ionisoimaton säteily. Kirjassa Terveystarkastukset työterveyshuollossa. Työterveyslaitos ja Sosiaali- ja Terveysministeriö. 2006.

Mastotyön työturvallisuusohje 2013, Työturvallisuuskeskus.

http://www.ttk.fi/files/2904/Mastotyön_työturvallisuusohje_2013.pdf

NATO STANAG 2345 (Edition 3). Subject: Evaluation and control of personnel exposure to radio frequency fields – 3 kHz to 300 GHz. 2003.

Reeves G. Review of extensive workups of 34 USAF patients overexposed to RF. Aviat Aero Emt Med 2000; 71: 206-215.

Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä. Työterveyslaitos 2012.

http://www.tsr.fi/c/document_library/get_file?folderId=13109&name=DLFE-7710.pdf

Sähkömagneettiset kentät, toim. H. Nyberg ja K. Jokela, Säteily- ja ydinturvallisuus kirjasarja, Säteilyturvakeskus, 2006.

http://www.stuk.fi/julkaisut_maatarkastukset/kirjasarja/fi_FI/kirjasarja6/

ULA- ja TV-asemien mastotöiden säteilyturvallisuus. STUK Ohje ST 9.3 / 2.9.2003.

<http://www.finlex.fi/pdf/normit/16530-ST9-3.pdf>

LIITE 1. ESISELVITYSLOMAKE

Esiselvityslomake tapaturmaisesta yllälistumistilanteesta RF-kentille

Altistuneen työntekijän nimi:			
Tapahtumapaikka (esim. mastonumero ja kiinteistön osoite):			
Ajankohta (päivämäärä ja kellon aika):			
Muut paikalla olleet henkilöt:			
Mitkä kehon osat altistuivat, mitä oireita tunnettiin heti, mitä myöhemmin tapahtumapaikalla:			
Havaittiinko yllälistumisen aiheuttamia vammoja (Kyllä/Ei): <input type="checkbox"/> Kyllä <input type="checkbox"/> Ei Jos kyllä: <table border="1"><tr><td>Millaisia vammoja syntyi:</td></tr><tr><td>Mihin kehon osaan vammat syntyivät:</td></tr><tr><td>Miten vammoja hoidettu: <input type="checkbox"/> Ei mitenkään <input type="checkbox"/> Ensiapu <input type="checkbox"/> Lääkärintarkastus</td></tr></table>	Millaisia vammoja syntyi:	Mihin kehon osaan vammat syntyivät:	Miten vammoja hoidettu: <input type="checkbox"/> Ei mitenkään <input type="checkbox"/> Ensiapu <input type="checkbox"/> Lääkärintarkastus
Millaisia vammoja syntyi:			
Mihin kehon osaan vammat syntyivät:			
Miten vammoja hoidettu: <input type="checkbox"/> Ei mitenkään <input type="checkbox"/> Ensiapu <input type="checkbox"/> Lääkärintarkastus			

Altistumisen tarkka tapahtumapaikka työkohteessa:
Mistä lähettimestä RF-kenttä oli lähtöisin:
Arvio RF-lähettimen taajuudesta ja tehosta: Millä perusteella arvio tehtiin?
Arvio altistumisen kestosta:
Kuinka altistuminen tapahtui:
Ehdotus tilanteen toistumisen estämiseksi:
Esiselvitys laadittu (pvm): Selvityksen vastaanottaja:

LIITE 2. TEKNINEN SELVITYSLOMAKE

Tapaturmaisen RF-ylialtistumistilanteen tekninen selvityslomake

Altistuneen työntekijän nimi:
Tapahtumapaikka (esim. mastonumero ja kiinteistön osoite):
Ajankohta (päivämäärä ja kellon aika):
Tilanteen kuvaus (syyt tapahtuneeseen, henkilön sijainti ja altistumisaika):
Tiedot lähettimestä (esim. lähetystaajuus/-kaista, lähetysteho (keskimääräinen ja huipputeho), modulaatio-ominaisuudet, toimintasuhde (duty factor), lähettimen tyyppi ja tiedot (koko, vahvistus, kaistanleveys, suuntaavuus)):
<p>Teknisten tietojen perusteella arvioitu altistumisen suuruus ja tarve suorittaa kenttämittauksia:</p> <ul style="list-style-type: none"><input type="checkbox"/> Ei ylialtistumista<input type="checkbox"/> Lähtötietojen perusteella ei voida arvioida<input type="checkbox"/> Todennäköisesti ylialtistuminen tapahtunut <p>Perustelut ja jatkotoimenpiteet:</p>

Altistumistilanteen rekonstruktio ja mittausten tulokset (tarvittaessa):

Johtopäätökset altistumisen seurauksista:

Ehdotus tilanteen toistumisen estämiseksi:

Tekninen selvitys laadittu (pvm):

Selvityksen tekijä:

LIITE 3. LÄÄKÄRINTARKASTUSLOMAKE

Lääkärintarkastuslomake – tapaturmainen radiotaajuiselle (RF-) sähkömagneettiselle kentälle ylialtistuminen

Lääkärin nimi:	Toimipaikka:	Tutkimuspäivämäärä:
Altistuneen työntekijän nimi:		
Altistuneen työntekijän henkilötunnus:		
Altistuneen työntekijän työtehtävä:		
Tapahtuman aika ja kuvaus:		
Esiintyykö lääkärintarkastushetkellä	Kyllä	Ei
Ihon kuumotusta		
Heikotusta		
Päänsärkyä		
Tasapainohäiriöitä		
Vapinaa		
Hikoilua		
Ahdistavaa oloa		
Näköhäiriöitä		
Kuulohäiriöitä		
Tuntohäiriöitä		
Kipua		
Korvien soimista		
Lihaskrampeja		

Jos todettiin jokin yllä olevista oireista: Tarkempi kuvaus (esim. oireen paikka, voimakkuus, muuttuminen tapahtumahetkeen nähden):

Lääkärintarkastus

Verenpaine: mmHg

Pulssi:

Neurologinen tarkastus: ☐ normaali ☐ poikkeava

Tasapainotesti (Romberg):

Tunto raajoissa:

Keskeiset aivohermorefleksit:

Ihon tarkastelu:

Eryteema:

Palovamma:

Merkkejä paikallisesta verenkiertohäiriöstä (ihon vaaleus, tuntu puutos, turvotus):

Silmien tarkastelu (kipu, punoitus, valonarkuus, näköhäiriö, ympäröivän ihon punoitus, punaheijaste tutkittuna oftalmoskoopilla +10 dpt linssillä hämärässä huoneessa noin 10 cm katseluetäisyydestä)

Laboratoriokokeet (löydökset/tulokset)

Virtsan stix analyysi (ei uusita, jos normaali):

Pieni verenkuvaja CRP (uusitaan viikon kuluttua):

Seerumin kreatiinikinaasi (ei uusita, jos normaali):

EKG (ei uusita, jos normaali):

LIITE 4. RF-KENTTIEN ENIMMÄISARVOT TYÖN- TEKIJÖILLE

Työtekijöiden altistumista sähkömagneettisille kentille rajoitetaan EU-direktiivillä, joka antaa terveyttä ja turvallisuutta koskevat vähimmäisvaatimukset¹. Direktiivi tulee ottaa kaikkien EU-maiden lainsäädäntöön viimeistään 1.7.2016. Tässä liitteessä esitetään uuden direktiivin mukaiset mastotyöhön liittyvät toimenpidetasot (taajuusalue 10 MHz – 300 GHz), jotka ovat mitattavissa olevia suureita (sähkö- ja magneettikenttä, tehotiheys). Toimenpidetasot ovat toiminnallisia tasoja, joita noudattamalla osoitetaan asianomaisten altistumisen raja-arvojen alittuminen. Sähkö- ja magneettikenttien toimenpidetasot on johdettu kehonsisäisistä terveysvaikutusraja-arvoista niiden kynnysarvojen pohjalta, jotka liittyvät altistumisesta aiheutuviin sisäisiin lämpötilavaikutuksiin.

Taulukko L1. Sähkö- ja magneettikentille altistumista koskevat toimenpidetasot taajuusalueella 10 MHz – 300 GHz.

Taajuusalue	Sähkökenttä (E) [V m^{-1}] (RMS)	Magneettivuon tiheys (B) [μT] (RMS)	Tehotiheys (S) (W m^{-2})
$10 \leq f < 400$ MHz	61	0,2	-
$400 \text{ MHz} \leq f < 2$ GHz	$3 \times 10^{-3} f^{1/2}$	$1,0 \times 10^{-5} f^{1/2}$	-
$2 \text{ GHz} \leq f < 6$ GHz	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	-
$6 \text{ GHz} \leq f < 300$ GHz	$1,4 \times 10^2$	$4,5 \times 10^{-1}$	50

Huom. Taulukossa f on taajuus hertseinä (Hz).

Toimenpidetasot E^2 ja B^2 lasketaan keskiarvoina kuuden minuutin jaksoa kohti. Radiotaajuuspulssien osalta huipputehotiheys keskiarvona pulssin keston ajalta saa olla enintään 1 000 kertaa asianomaisten toimenpidetasojen (S) arvo.

¹ Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2013/35/EU (<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:179:0001:0021:FI:PDF>)

Toimenpidetasot koskevat laskettuja tai mitattuja sähkö- tai magneettikentän enimmäisarvoja työntekijän kehon kohdalla. Tehotiheys lasketaan keskiarvona kutakin 20 cm^2 suuruista altistunutta aluetta kohti. 1 cm^2 suuruisen alan keskiarvoina lasketut spatiaalisen tehotiheyden enimmäisarvot eivät saa ylittää 20-kertaisesti arvoa 50 Wm^{-2} . Tehotiheydet taajuusalueella 6–10 GHz lasketaan keskiarvoina kuuden minuutin jaksoa kohti. Yli 10 GHz taajuusalueella tehotiheydet lasketaan keskiarvoina $68/f^{1,05}$ minuutin jaksoa kohti (f on taajuus gigahertseinä).

Jatkuville kosketusvirroille toimenpidetaso on 40 mA (RMS) ja raajoihin indusoituneille virroille 100 mA (RMS) taajuusalueella $10 \text{ MHz} \leq f \leq 110 \text{ MHz}$. Indusoituneille virroille toimenpidetaso (I^2) lasketaan keskiarvona kuuden minuutin jaksoa kohti.

Taulukko L2. Esimerkkejä erilaisten lähetinten taajuuksista ja niitä vastaavista toimenpidetasoista.

Lähetin	Taajuus	Sähkökenttä (E) [Vm^{-1}] (RMS)	Magneettivuon tiheys (B) [μT] (RMS)	Tehotiheys (S) (Wm^{-2})
FM-radiolähettimet (VHF)	30–300 MHz	61	0,2	-
TETRA (VIRVE-viranomaisverkko)	400 MHz	61	0,2	-
F-OFDM	460 MHz	64	0,2	-
GSM	900 MHz	90	0,3	-
GSM	1800 MHz	127	0,4	-
UMTS	900 MHz	90	0,3	-
UMTS	2200 MHz	140	0,45	-
LTE	1800 MHz	127	0,4	-
LTE	2600 MHz	140	0,45	-
Radiolinkit	$2 \text{ GHz} \leq f < 6 \text{ GHz}$	140	0,45	-
Radiolinkit	$6 \text{ GHz} \leq f \leq 300 \text{ GHz}$	140	0,45	50

Hankkeessa kehitettiin toimintamalli tilanteisiin, joissa työntekijöiden epäillään altistuneen liian suurille radiotaajuisille (RF-)kentille. Työtilanteet, joissa voi tapahtua ylialtistumista, ovat esimerkiksi masto- ja kattotyöt sekä erilaiset testaustilanteet, joissa esiintyy RF-kenttiä.

Toimintamallin avulla ylialtistumistilanteisiin voidaan reagoida nopeasti ja oikein. Selkeät ohjeet auttavat käsittelemään poikkeavia altistumisia systemaattisesti koko riskinhallintaketjussa: työpaikoilla, työterveyshuolloissa ja tarvittaessa myös erikoissairaanhoidossa. Hankkeessa kehitettiin koko prosessia aina teknisistä toimenpiteistä työterveyshuoltojen ohjeisiin, lääkärintarkastuksiin ja tiedottamiseen työyhteisössä.

Toimintaohjeiden avulla epäillyt ylialtistumistilanteet voidaan käsitellä avoimesti ja dokumentoidusti, jolloin työntekijän turvallisuus voidaan varmistaa ja mahdolliset terveyshaitat selvittää.

TYÖTERVEYSLAITOS

Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki

www.ttl.fi

ISBN 978-952-261-349-3 (PDF)



Työsuojelurahasto
Arbetarskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

